

24c
2/7/29

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 5月18日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第134960号

出 願 人

Applicant(s):

日本電気株式会社

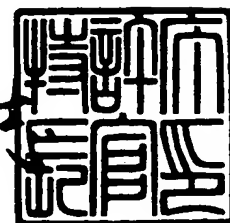
16649 U.S. PRO
09/309768
06/11/99

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年 2月19日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平11-3008302

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509222

【提出日】 平成10年 5月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01S 3/10

【発明の名称】 光スイッチ

【請求項の数】 20

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 下村 博史

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 逸見 直也

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100082935

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 京本 直樹

 【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

 【識別番号】 100082924

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福田 修一

 【電話番号】 03-3454-1111

【選任した代理人】

 【識別番号】 100085268

 【弁理士】

【氏名又は名称】 河合 信明

【電話番号】 03-3454-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008279

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9115699

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光伝送路と前記光伝送路に接続された第 1 の不純物添加ファイバと、
前記第 1 の不純物添加ファイバに接続された第 1 の光分岐と前記第 1 の光分岐
の一方に接続された第 1 の励起光源とを備え、
かつ前記第 1 の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光
アイソレータの出力に接続された第 2 の不純物添加ファイバと、
前記第 2 の不純物添加ファイバに接続された第 2 の光分岐と前記第 2 の光分岐
の一方に接続された第 2 の励起光源とを備え、
かつ前記第 2 の光分岐のもう一方に接続された光伝送路とを備え、
前記第 1 の不純物添加ファイバに入力される前記第 1 の励起光源からの励起光の
光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、
かつ前記第 2 の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される
光の光強度を前記第 2 の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特
徴とする光スイッチ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光スイッチにおいて、
第 1 の不純物添加ファイバの前方に光スイッチに入力された光信号を分岐する
ための光分岐、もしくは第 1 の不純物添加ファイバと第 2 の不純物添加ファイバ
との間に光を挿入するための光分岐、の少なくともいずれか一つの光分岐を備え、
光の分岐挿入を可能とすることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 3】

請求項 1 記載の光スイッチにおいて、
第 1 の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光
信号をこの光分岐から出力することができ、
前記第 1 の不純物添加ファイバと前記第 1 の光分岐のもう一方と入力に接続さ

れた光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して、前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光スイッチに入力された光信号を出力できることを特徴とする光スイッチ。

【請求項4】

光伝送路と前記光伝送路に接続された第1の不純物添加ファイバと、

前記第1の不純物添加ファイバに接続された第1の光分岐と前記第1の光分岐の一方に接続された第1の励起光源とを備え、

かつ前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバと、

前記第2の不純物添加ファイバに接続された第2の光分岐と前記第2の光分岐の一方に接続された第2の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路と、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐と、

この光分岐に接続された光伝送路に、第3の不純物添加ファイバと前記第3の不純物添加光ファイバに接続された第3の光分岐と前記第3の光分岐の一方に接続された第3の励起光源とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバおよび第3の不純物添加ファイバに入力される前記第1の励起光源および第3の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチ。

【請求項5】

請求項2から請求項4記載のいずれかの光スイッチにおいて、光スイッチに入力する光パワーと光スイッチから出力される光パワーをモニタするための光モニタを少なくとも一つ有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項6】

請求項1～請求項5記載のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添

加ファイバの入出力の少なくとも一端に光アイソレータを接続することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 7】

請求項 1～請求項 6 記載のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添加ファイバの出力の少なくとも一つに信号光のみを通過させる光フィルタを接続することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 8】

請求項 1～請求項 7 記載のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添加ファイバのうち少なくとも一つを、2 つ以上の励起光源を用いて光増幅することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 9】

請求項 1～請求項 8 記載のいずれかの光スイッチを少なくとも 2 つ用いて、各光スイッチの入力と接続した光分波器と、光スイッチの出力と接続した光合波器とを備え、

波長多重光の光分岐挿入を各波長毎に可能にすることを特徴とする光 ADM 装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の光 ADM 装置において、波長多重光の分岐と通過を同時に実現できることを特徴とする光 ADM 装置。

【請求項 11】

光伝送路と前記光伝送路に接続された第 1 の不純物添加ファイバと、

前記第 1 の不純物添加ファイバに接続された第 1 の光分岐と前記第 1 の光分岐の一方に接続された第 1 の励起光源とを備えたオンオフのための光スイッチを少なくとも 2 つ以上備え、

前記オンオフのための光スイッチと接続する光合波器と前記光合波器と接続した光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第 2 の不純物添加ファイバと、

前記第 2 の不純物添加ファイバに接続された第 2 の光分岐と前記第 2 の光分岐の一方に接続された第 2 の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバに入力される前記第1の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチ。

【請求項12】

請求項11記載の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光スイッチに入力された光信号を分岐するための光分岐、

もしくは第1の不純物添加ファイバと第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐、の少なくともいずれか一つの光分岐を備え、

光の分岐挿入を可能とすることを特徴とする光スイッチ。

【請求項13】

請求項12記載の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力することができ、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光合波器と前記光合波器に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して、前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を出力できることを特徴とする光スイッチ。

【請求項14】

光伝送路と前記光伝送路に接続された第1の不純物添加ファイバと、

前記第1の不純物添加ファイバに接続された第1の光分岐と前記第1の光分岐の一方に接続された第1の励起光源とを備えたオンオフのための光スイッチを少なくとも2つ以上備え、

前記オンオフのための光スイッチと接続する光合波器と前記光合波器と接続し

た光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバと、

前記第2の不純物添加ファイバに接続された第2の光分岐と前記第2の光分岐の一方に接続された第2の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路と、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐と接続された光伝送路に、

第3の不純物添加ファイバと前記第3の光ファイバに接続された第3の光分岐と前記第3の光分岐の一方に接続された第3の励起光源とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバおよび第3の不純物添加ファイバに入力される前記第1の励起光源および第3の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチ。

【請求項15】

請求項4または請求項14記載のいずれかの光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力でき、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を出力できることを特徴とする光スイッチ。

【請求項16】

請求項14記載の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力でき、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光合波器と前記光合波器に接続された光アイソレータと前記光アイソレータ

の出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を出力できることを特徴とする光スイッチ。

【請求項17】

請求項11～請求項16記載のいずれかの光スイッチを少なくとも2つ用いて、各光スイッチの入力と接続した光分波器と、前光スイッチの出力と接続した光合波器とを備え、波長多重光の光分岐挿入を各波長毎に可能にすることを特徴とする光ADM装置。

【請求項18】

請求項17記載の光ADM装置において、波長多重光の分岐と通過を同時に実現できることを特徴とする光ADM装置。

【請求項19】

信号光を含むある幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより前記信号光の有無を判断するか、

もしくは信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断して、

光信号遮断信号(OLOS, Optical Loss of Signal)を検出することができる光信号遮断障害監視装置を含み、

かつ、障害発生時には内部の励起光源の出力を遮断することで下流に障害情報を転送することを特徴とする請求項1～請求項8または請求項11～請求項16のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項20】

請求項19記載の光スイッチを用いて、障害発生時には内部の励起光源の出力を遮断することで下流に障害情報を転送することを特徴とする光ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光スイッチおよびそれを用いた光ADM（アッド・ドロップ・マルチプレクサ）、光ネットワークに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光信号をノード内で電気信号に変換することなく光のまま経路編集を行う光交換はノードの規模を小さくすることができ通信の低コスト化に大きく貢献する。こうしたノードを構築する上で重要なのがスイッチ技術である。例えば光ADMシステムにおいて、信号光の分岐挿入の切換を行う光ゲートスイッチは、低クロストーク、低挿入損失の特性が要求される。こうした要求を満たすスイッチとしてEDFA（エルビウムドープファイバアンプ）ゲートスイッチがあげられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながらEDFAゲートスイッチには以下の問題点がある。

【0004】

従来のEDFAゲートはスイッチ機能、出力調整機能、光増幅機能とともに一台のゲートスイッチで満たすことができる。しかし、一台のゲートスイッチで伝送特性に悪影響を与えずに大きい利得や出力を得ることは難しい。

【0005】

本発明は、上記の従来技術の問題点を解決することを目的としてなされたものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の発明は、光伝送路と前記光伝送路に接続された第1の不純物添加ファイバと、

前記第1の不純物添加ファイバに接続された第1の光分岐と前記第1の光分岐の一方に接続された第1の励起光源とを備え、

かつ前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバと、

前記第2の不純物添加ファイバに接続された第2の光分岐と前記第2の光分岐

の一方に接続された第2の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバに入力される前記第1の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチである。

【0007】

第2の発明は、第1の発明の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光スイッチに入力された光信号を分岐するための光分岐、もしくは第1の不純物添加ファイバと第2の不純物添加ファイバとの間に光を挿入するための光分岐、の少なくともいずれか一つの光分岐を備え、

光の分岐挿入（分岐または挿入または分岐挿入両方）を可能とすることを特徴とする光スイッチである。

【0008】

第3の発明は、第1の発明の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力することができ、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して、前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光スイッチに入力された前記光信号を（同時に）出力できることを特徴とする光スイッチである。

【0009】

第4の発明は、光伝送路と前記光伝送路に接続された第1の不純物添加ファイバと、

前記第1の不純物添加ファイバに接続された第1の光分岐と前記第1の光分岐の一方に接続された第1の励起光源とを備え、

かつ前記第1の光分岐のもう一方と入力が接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバと、

前記第2の不純物添加ファイバに接続された第2の光分岐と前記第2の光分岐の一方に接続された第2の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路と、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐と、

この光分岐に接続された光伝送路に、第3の不純物添加ファイバと前記第3の不純物添加光ファイバに接続された第3の光分岐と前記第3の光分岐の一方に接続された第3の励起光源とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバおよび第3の不純物添加ファイバにそれぞれ入力される前記第1の励起光源および第3の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチである。

【0010】

第5の発明は、第2の発明から第4の発明のいずれかの光スイッチにおいて、光スイッチに入力する光パワーと光スイッチから出力される光パワーをモニタするための光モニタを少なくとも一つ有することを特徴とする光スイッチである。

【0011】

第6の発明は、第1の発明～第5の発明のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添加ファイバの入出力の少なくとも一端に光アイソレータを接続することを特徴とする光スイッチである。

【0012】

第7の発明は、第1の発明～第6の発明のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添加ファイバの出力の少なくとも一つに信号光のみを通過させる光フィルタを接続することを特徴とする光スイッチである。

【0013】

第 8 の発明は、第 1 の発明～第 7 の発明のいずれかの光スイッチにおいて、複数ある不純物添加ファイバのうち少なくとも一つを、2 つ以上の励起光源を用いて光増幅することを特徴とする光スイッチである。

【0014】

第 9 の発明は、第 1 の発明～第 8 の発明のいずれかの光スイッチを少なくとも 2 つ用いて、各光スイッチの入力と接続した光分波器と、光スイッチの出力と接続した光合波器とを備え、

波長多重光の光分岐挿入を各波長毎に可能にすることを特徴とする光 ADM 装置である。

【0015】

第 10 の発明は第 9 の発明の光 ADM 装置において、波長多重光の分岐と通過を同時に実現できることを特徴とする光 ADM 装置である。

【0016】

第 11 の発明は、光伝送路と前記光伝送路に接続された第 1 の不純物添加ファイバと、

前記第 1 の不純物添加ファイバに接続された第 1 の光分岐と前記第 1 の光分岐の一方に接続された第 1 の励起光源とを備えたオンオフのための光スイッチを少なくとも 2 つ以上備え、

前記オンオフのための光スイッチと接続する光合波器と前記光合波器と接続した光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第 2 の不純物添加ファイバと、

前記第 2 の不純物添加ファイバに接続された第 2 の光分岐と前記第 2 の光分岐の一方に接続された第 2 の励起光源とを備え、

かつ前記第 2 の光分岐のもう一方に接続された光伝送路とを備え、

前記第 1 の不純物添加ファイバに入力される前記第 1 の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第 2 の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第 2 の励起光源からの励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチである。

【0017】

第12の発明は、第11の発明の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光スイッチに入力された光信号を分岐するための光分岐、

もしくは第1の不純物添加ファイバと第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐、の少なくともいずれか一つの光分岐を備え

、
光の分岐挿入（分岐または挿入または分岐挿入両方）を可能とすることを特徴とする光スイッチである。

【0018】

第13の発明は、第12の発明において、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力することができ、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力が接続された光合波器と前記光合波器に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して、前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を（同時に）出力できることを特徴とする光スイッチである。

【0019】

第14の発明は、光伝送路と前記光伝送路に接続された第1の不純物添加ファイバと、

前記第1の不純物添加ファイバに接続された第1の光分岐と前記第1の光分岐の一方に接続された第1の励起光源とを備えたオンオフのための光スイッチを少なくとも2つ以上備え、

前記オンオフのための光スイッチと接続する光合波器と前記光合波器と接続した光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバと、

前記第2の不純物添加ファイバに接続された第2の光分岐と前記第2の光分岐の一方に接続された第2の励起光源とを備え、

かつ前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路と、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第2の不純物添加ファイバとの間に光スイッチに光を挿入するための光分岐と接続された光伝送路に、

第3の不純物添加ファイバと前記第3の光ファイバに接続された第3の光分岐と前記第3の光分岐の一方に接続された第3の励起光源とを備え、

前記第1の不純物添加ファイバおよび第3の不純物添加ファイバにそれぞれ入力される前記第1の励起光源および第3の励起光源からの励起光の光強度により前記光伝送路に入力された光のオン／オフを制御し、

かつ前記第2の不純物添加ファイバの出力に接続された光伝送路へ出力される光の光強度を前記第2の励起光源の励起光の光強度により制御することを特徴とする光スイッチである。

【0020】

第15の発明は、第4の発明または第14の発明のいずれかの光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力でき、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を（同時に）出力できることを特徴とする光スイッチである。

【0021】

第16の発明は、第14の発明の光スイッチにおいて、

第1の不純物添加ファイバの前方に光分岐を有し、光スイッチに入力された光信号をこの光分岐から出力でき、

前記第1の不純物添加ファイバと前記第1の光分岐のもう一方と入力に接続された光合波器と前記光合波器に接続された光アイソレータと前記光アイソレータの出力に接続された第2の不純物添加ファイバを経由して前記第2の光分岐のもう一方に接続された光伝送路から光信号を（同時に）出力できることを特徴とする光スイッチである。

【0022】

第17の発明は、第11の発明～第16の発明のいずれかの光スイッチを少なくとも2つ用いて、各光スイッチの入力と接続した光分波器と、前光スイッチの出力と接続した光合波器とを備え、波長多重光の光分岐挿入を各波長毎に可能にすることを特徴とする光ADM装置である。

【0023】

第18の発明は、第17の発明の光ADM装置において、波長多重光の分岐と通過を同時に実現できることを特徴とする光ADM装置である。

【0024】

第19の発明は、信号光を含むある幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより前記信号光の有無を判断するか、

もしくは信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断して、光信号遮断信号(OLOS, Optical Loss of Signal)を検出することができる光信号遮断障害監視装置を含み、

かつ、障害発生時には内部の励起光源の出力を遮断することで下流に障害情報を転送することを特徴とする第1の発明～第8の発明または第11の発明～第16の発明のいずれかに記載の光スイッチである。

【0025】

第20の発明は、第19の発明の光スイッチを用いて、障害発生時には内部の励起光源の出力を遮断することで下流に障害情報を転送することを特徴とする光ネットワークシステムである。

【0026】

(本発明の作用)

図1と図2は、EDFAゲートの動作原理を説明するための図である。図1に示すように、EDF(エルビウムドープファイバ)10に光伝送路100から1550nm帯の信号光を入力するとEDF10内で光吸収され大きな光損失となって光伝送路101から出力される。一方この状態で、図2に示すように、励起光源30から励起光をEDF10に注入すると信号光は光増幅されて光伝送路1

01から出力される。以上から励起光のオンオフと励起光パワーの制御により、低クロストークでかつスイッチ出力パワー可変の光スイッチが実現できる。

【0027】

このEDFAゲートを二段構成にして、前段のEDFAゲートをオンオフスイッチ機能、後段のEDFAゲートを利得制御機能とし、前後段の間に光分岐を設けることで光分岐挿入が可能となる光スイッチが実現できる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下に本発明を図面を用いて詳細に説明する。

【0029】

本発明の第1の実施の形態について図面、図3を参照して詳細に説明する。波長1550nmの信号光は光伝送路100を経てEDF11に入力される。その時の光強度は-10dBmである。一方励起光源31から光伝送路105に出力された波長1480nmの励起光は光分岐52を経てEDF11に入力される。信号光はEDF11によって光増幅されたあと光アイソレータ21を経由してEDF12に入力される。一方励起光源32から光伝送路107に出力された波長1480nmの励起光は光分岐54を経てEDF12に入力される。信号光はEDF12によって+15dBmまで光増幅され光伝送路101に出力される。出力された光の一部は、光分岐55によって分離され光モニタ42によって光パワーがモニタされ励起光源32の出力パワーを設定の値にフィードバックすることが可能である。また光伝送路100に光分岐51を設置することにより光伝送路100に入力した光は光伝送路102を経て光伝送路104から出力することができる。すなわち、光伝送路100に入力した光を光伝送路101と光伝送路104から同時に出力させることができる。

【0030】

図4に示した実験結果から前段の励起光パワー24mW、後段の励起光パワー48mWで出力パワー約+12dBmの出力光が得られる。また信号の通過実験より良好な伝送特性が観測された。図のパルス波形参照。

【0031】

また図5に示すように励起光のEDF11への入力を停止した場合、波長1550nmの信号光はEDF11によって光吸収されるため下流へは出力されない。上記の操作により前段の光ゲートスイッチのオンオフ動作を制御する。光スイッチのオンオフ比は60dB以上であり、低クロストークの光スイッチが実現できる。従って、光伝送路106より異なる光もしくは光信号を入力することができ、入力された信号はEDF12に入力され、EDF12によって+15dBmまで光増幅され光伝送路101に出力される。上記の構成では、EDF11によって光伝送路100、106からの入力の切替が、EDF12によって利得制御が可能となりスイッチ全体として光増幅機能を併せ持つ光スイッチが伝送特性を劣化することなく実現できる。従って、本構成の光スイッチは、光伝送路100から光入力を行い光伝送路101と光伝送路104から光出力されるドロップアンドコンティニューモードと、光伝送路100から光入力を行い光伝送路104から光出力しかつ、光伝送路106から別信号の光入力を行い光伝送路101から光出力されるドロップアンドアッドモードの2つの状態を持っている。この2つの状態の切替を、光スイッチ内部の前段に位置するEDFAゲートのオンオフ切替で実現できる。

【0032】

次に本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0033】

第1の実施例で説明した光スイッチでは光伝送路106からの入力光パワーがEDF11からの出力パワーに比べて著しく低い場合は光スイッチからの最大出力が制限される。従って光伝送路106に光増幅器を用いて入力光パワーを増幅させることが望ましい。図6では、光伝送路106にEDF13、励起光源33、励起光源33と光伝送路106を接続する光伝送路109・光分岐57を新たに設置している。これによって、光伝送路106に入力された信号光パワーがEDF11からの出力信号光パワーより著しく低い場合においてもEDF13での利得を調整することによってEDF11からの出力とほぼ等しくすることができる。また、光伝送路106に入力された信号光と光伝送路100に入力された信号光の切替にも使用することができる。

【0034】

次に本発明の第3の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0035】

上記の実施例に説明したスイッチ構成では複数の励起光源を用いており、また多数の光部品と接続部を有している。従って、各接続部・各光部品内部での光学反射の影響により光スイッチの伝送特性が変化することが考えられる。従って図7に示した構成は、反射の影響を可能な限り抑制するために光分岐51とEDF11の間に光アイソレータ22を、また光分岐54と光分岐55の間に光アイソレータ23を設置した。これによって、光スイッチ内部での反射の影響を抑制し、光増幅器の雑音指数を改善することが出来る。

【0036】

また、光アイソレータの使用する個数及び設置位置はこれのみに限定するものではなく、例えば光アイソレータ23の設置位置をEDF12と光分岐54との間にするなど、光スイッチの機能に影響しない範囲で適宜変更しても差し支えない。

【0037】

次に本発明の第4の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0038】

上記の実施例に説明したスイッチ構成のオンオフ動作は信号光をEDFに光吸収させる原理を用いている。従って、スイッチオフ時には信号光によって励起された自然放出光が少ない値ではあるがEDFから出力される。図8に示した構成は、EDF11からの自然放出光の影響を可能な限り抑制するためにアイソレータ21と光分岐52の間に光フィルタ61を設置した。これによって、前段の光ゲートスイッチオフ時に発生する自然放出光の影響を抑制することが出来る。

【0039】

また、光フィルタの使用する個数及び設置位置はこれのみに限定するものではなく、例えば光フィルタ61の設置位置を光アイソレータ21と光分岐53との間にするなど、光スイッチの機能に影響しない範囲で適宜変更しても差し支えない。

【0040】

次に本発明の第5の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0041】

上記の実施例に説明したスイッチ構成では、励起光源に1480nm帯のレーザを用いている。光スイッチを多段接続する場合などには、この光ゲートからの雑音の蓄積による影響が無視できない状態になる。そこで、図9に示すように励起光源34、35に波長980nm帯の励起光源を設置した。これによって、雑音指数が波長1480nm帯の励起光源を使用した時より低くなり伝送特性が向上する。

【0042】

また、励起光源の使用波長は1480nm、980nm帯のみに限定するものではなく、さらに例えば前段の励起光源は980nm帯、後段の励起光源は1480nm帯とするなど、光スイッチの機能に影響しない範囲で適宜変更しても差し支えない。

【0043】

次に本発明の第6の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0044】

上記の実施例に説明したスイッチ構成では、励起方法が全て後方励起であった。前段のEDFはオフ時に信号光を吸収する必要があるためEDF長が信号光波長によっては、通常の光増幅器として用いる場合よりも長く設計する必要がある。その場合オン時には、後方からの励起光がEDFの前方まで到達していない場合、信号光がEDF入力する際の光損失がとなるため雑音指数劣化として影響が出る可能性がある。そこで、図10に示すように前段のEDFAゲート部を前方励起の構成とした。これによって、雑音指数が後方励起時より低くなり伝送特性が向上する。

【0045】

また、励起光源の励起方法はこの前段は前方、後段は後方励起のみに限定するものではなく、さらに例えば図11に示すように前段は後方励起・後段は前方励起の構成や、図12に示すように前段・後段ともに前方励起とするなど、光スイ

ッチの機能に影響しない範囲で適宜変更しても差し支えない。

【0046】

次に本発明の第7の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0047】

上記の実施例に説明したスイッチ構成よりも、EDFAゲートでの利得および最大出力を高める必要がある場合には、図13に示すように第1の実施例で用いた光スイッチにさらに光分岐57、58と光伝送路109、110と励起光源36、37を追加してEDFAゲートを双方向励起して対応することが出来る。また、出力光パワーの増大にはこの方法のみに限定するものではなく、励起光源の波長多重、偏波多重などでも対応することが出来る。

【0048】

次に本発明の第8の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0049】

図14を参照して光伝送路150には波長1550、1552、1554、1556nmの信号光が波長多重されている。これらの光は光分波器301に入力され、光伝送路100、111、115、119にそれぞれ出力される。すなわち、光伝送路100には波長1550nmの光のみが存在する。光伝送路100に出力された信号光は上記実施例に記載した光スイッチ201に入力される。この光スイッチ201では、光伝送路100より入力された信号を光伝送路104および光伝送路101に出力することが出来る。あるいは、光伝送路100より入力された信号を光伝送路104と光伝送路101に同時に出力することが出来る。また、あるいは光伝送路100より入力された信号を光スイッチ201内で遮断し新たに光伝送路106から入力された光信号を光伝送路101に出力することが出来る。同様な構成をして、光スイッチ202～204からはそれぞれ光伝送路112、116、120に波長1552、1554、1556nmが出力され、光合波器302によって波長多重され光伝送路151に出力される。以上の構成により、波長多重の光ADMが実現できる。この方法を用いることは以下に述べる利点がある。光スイッチから出力される信号光は高い光パワーを出すことができるため、通常光合波器の後方にブースタ光アンプを設置する必要がない

。また各波長毎に出力パワー調整が可能であるため波長多重光の光レベル等価もしくはレベル調整が容易である。たとえば意図的に1つの波長の信号光のみ高い光レベルで出力することも可能である。

【0050】

また波長多重数は上記実施形態で説明する4に限定されるものではなく、8、16、32、64など自由に任意の波長数に設定できる。

【0051】

次に本発明の第9の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0052】

第8の実施例では波長多重光スイッチを第1～6の実施例で記載した光スイッチを並列に並べることで実現できることを示した。前記の光スイッチは前段のオンオフ機能と、後段の利得調整機能とから構成される。ここで、波長多重光スイッチの使用用途では、後段のEDFA部を複数の光スイッチで兼用することができる。図15を参照してその具体的構成を説明する。

【0053】

波長1550nmの信号光は光伝送路100を経てEDF11に入力される。一方励起光源31から光伝送路105に出力された波長1480nmの励起光は光分岐52を経てEDF11に入力される。信号光はEDF11によって光増幅されたあと光合波器303に入力する。

【0054】

また励起光のEDF11への入力を停止した場合、波長1550nmの信号光はEDF11によって光吸収される。上記の操作により光スイッチのオンオフ動作を制御する。光スイッチのオンオフ比は60dB以上であり、低クロストークの光スイッチが実現できる。従って、光伝送路106より異なる光もしくは光信号を入力することができ、その信号光は光合波器303に入力される。光伝送路109もしくは114から入力される波長1552nmの信号光は同様の構成で光合波器303に入力され波長多重化されて光アイソレータ21に出力される。波長多重光はEDF13により一括光増幅され光伝送路101に出力される。出力された光の一部は、光分岐55によって分離され光モニタ42によって光パワ

ーがモニタされ励起光源 32 の出力パワーを設定の値にフィードバックすることが可能である。また光伝送路 100 に光分岐 51 を設置することにより光伝送路 100 に入力した光は光伝送路 102 を経て光伝送路 104 から出力することができる。すなわち、光伝送路 100 に入力した光を光伝送路 101 と光伝送路 104 から同時に出力させることができる。

【0055】

上記の構成では、これまで各波長毎に必要であった後段の利得調整用の EDF Aゲートを兼用としたことで、ゲート部個数を削減することができる。

【0056】

また、並列する波長数は上記実施形態で説明する 2 に限定されるものではなく、4、8 など一括光増幅への影響の無い範囲で自由に任意の波長数に設定できる。

【0057】

次に本発明の第 10 の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図 16 を参照して光伝送路 150 には波長 1550、1552、1554、1556 nm の信号光が波長多重されている。これらの光は光分波器 301 に入力され、光伝送路 100、111、115、119 にそれぞれ出力される。すなわち、光伝送路 100 には波長 1550 nm の光のみが存在する。光伝送路 100 に出力された信号光は光スイッチ 201 に入力される。この光スイッチ 201 では、光伝送路 100 より入力された信号を光伝送路 104 および光伝送路 101 に出力することが出来る。あるいは、光伝送路 100 より入力された信号を光伝送路 104 と光伝送路 101 に同時に出力することが出来る。また、あるいは、光伝送路 100 より入力された信号を光スイッチ 201 内で遮断し新たに光伝送路 106 から入力された光信号を光伝送路 101 に出力することが出来る。同様な構成をして、光スイッチ 202～204 からはそれぞれ光伝送路 112、116、120 に波長 1552、1554、1556 nm が出力される。光伝送路 101、112 に出力された光は光合波器 303 によって波長多重され光アイソレータ 21 に出力される。波長多重光は EDF 13 により一括光増幅され光伝送路 102 に出力される。一方光伝送路 116、120 に出力された光は同様の構成をして光合波器 304 によって波長多重され光アイソレータ 22 に出力される。波

長多重光はEDF14により一括光増幅され光伝送路123に出力される。光伝送路102、123に出力された光は光合波器305によって光伝送路151に出力される。

【0058】

以上の構成により、波長多重の光ADMが実現できる。この方法を用いることは光ADMで必要なゲート部の個数を削減することができる。

【0059】

また波長多重数は上記実施形態で説明する4に限定されるものではなく、8、16、32、64など自由に任意の波長数に設定でき、光ADM内部での第1段目の波長多重方法も2入力1出力のみに限らず一括光増幅への影響の無い範囲で自由に任意の波長数に設定できる。

【0060】

次に本発明の第11の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図17を参照して光ADMのモニタリング項目であるOLOS (Optical Loss of Signal) とシグナリング項目である障害発生通告AIS-O (O-AISとも書く: AISはアラーム・インディケーション・シグナル) について説明する。

【0061】

光伝送路100には波長1554nmの信号光が入力されている。モニタ光を光分岐51と56と二段によって光分岐し光モニタ41に入力する。光モニタ41では光強度を監視する。すなわち少なくとも信号光を含むある幅の波長域内の光強度と前記波長域と同等な幅を有しかつ前記波長域とは異なる波長域内の自然放出光の強度との比から光S/N比を算出することにより前記信号光の有無を判断するか、もしくは信号光を含むある幅の波長域内の光強度から前記信号光の有無を判断して、光強度監視を行う(OLOS, Optical Loss of Signalの検出) ことによりファイバの断線等による通信障害を検出することにより光レイヤの中でのモニタリングが実現できる。ここで通信障害が光伝送路100で発生した場合、障害発生個所より下流にある光モニタ装置41には光入力が見出されない(OLOS検出)。OLOS検出後直ちに、励起光源3

1, 32の光出力を遮断する。EDFAゲートをオフにする（ゲート出力遮断）ことにより、光伝送路101から下流には一切の光信号が出力しない。この光出力をしないことで障害発生を下流に転送する方法をAIS-Oと呼び、これを発行し下流に障害発生を通告することができる。以上の様に本発明の光スイッチは、光スイッチ内でOLOSを検出し、内部の励起光源の出力を遮断することでゲートスイッチをオフし光レイヤの中でかつ他の波長の信号光に影響を与えることなく障害発生通告（AIS-O）をすることができる。

【0062】

次に本発明の第12の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図18を参照して光伝送路150には波長1550nm、1552nm、1554nm、1556nmの4つの信号光が波長多重されている。これらの光は、アレ導波路回折格子に代表される光分波器301に入力されそれぞれ異なる光伝送路100、111、115、119に出力される。すなわち、光伝送路100、111、115、119の各々にはただ一つの波長の光のみが存在する。

【0063】

1550nmの信号光が出力された光伝送路100において、光ファイバを断線し下流への信号伝送が不可能な状況にする（障害発生）。障害発生箇所より下流にある光スイッチ201内部の光モニタには光入力検知されない（OLOS検出）。OLOS検出後直ちに、光スイッチ201内部のEDFAゲートをオフにする（ゲート出力遮断）ことにより、下流にAIS-Oを発行し下流に障害発生を通告する。次ノードの光スイッチ205内部にある光モニタにおいてもOLOSが検出され、光スイッチ205内部のEDFAゲートをオフすることによりAIS-Oを下流に向け発行する。また、障害の発生していない他の波長の伝送路には影響はなく障害発生前と同様な光伝送を行うことができる。以上のようにOLOSを検出し、そのすぐ下流の光スイッチ内部のゲートスイッチをオフすることにより光レイヤの中でかつ他の波長の信号光に影響を与えることなく障害発生通告をすることができる。

【0064】

（発明の他の実施の形態）

なお、本発明においては各光伝送路における波長多重数は上記実施形態で説明する4に限定されるものではなく、8、16、32、64など自由に任意の波長数に設定でき、波長多重光の一括スイッチングが可能である。また入力光の波長1550nm帯に限定されるものではなく1300nm帯など自由に設定できる。また信号速度も特に限定されるものではなく、2.5Gbps、5Gbps、10Gbpsとビットレートフリーの設定が可能である。

【0065】

また、実施例では主に光スイッチのオンオフについて記載したが、第1の実施例に示したように励起光の光パワーをモニタしフィードバック制御することにより光スイッチから出力される光の光強度を任意の値に制御することが可能である。また、実施例では不純物添加ファイバとしてEDFを利用した実験結果を記載したが、エルビウム以外でもテルルなど他の元素を添加した光増幅用の不純物添加ファイバでも利用可能であり、そのファイバ長および不純物添加量も光スイッチのスペックに応じて自由に設定できる。

【0066】

また、励起光源の波長を実施例では1480nmおよび980nmなどとしたが、こうした励起光源の波長については信号光波長と不純物添加ファイバの種類によって適宜自由に設定できる。

【0067】

また、不純物添加ファイバ入射励起光のパワー制御は励起光源の注入電流を制御する方法や、可変もしくは固定減衰器によって制御する方法など自由に設定してよい。

【0068】

また、励起光を不純物添加ファイバどちらから入力してもよく、あるいは両方から入力することも可能である。さらに複数の励起光源から出力された励起光を偏波多重・波長多重して不純物添加ファイバに入力して高い利得を得ることも可能である。また、用いた光分岐の光分岐比は1:1、1:10など光スイッチ内の光レベル設計において自由に設定可能である。

【0069】

また、光スイッチ内には励起光や戻り光が光スイッチの入力及び出力側に影響を与えないために適宜光フィルタ、光アイソレータを設置することも可能である。

また、第4の実施例に示した光フィルタにおいては、透過帯域幅にも特に指定はなく光スイッチを通過する信号光の数によって適宜変更してもよい。

【0070】

また、第11の実施例では障害発生場所は波長光ADMノード内の一箇所のみ記載しているが、本発明による光レイヤモニタではノード内の全ての光伝送路、光送信器などにおいて、一カ所のみならず数カ所で障害が発生した場合および、波長光ADMノード間の光伝送路における障害に対しても対応可能である。

また、光モニタの設置位置は実施例に記載した位置に限らず適宜光分岐を用いて自由に設置し、モニタリングを行うことが可能である。

【0071】

また、リングネットワークを構築する際においても自由に光モニタを設置することができ、光ADMノードのみならず、光再生中継器にも光レイヤモニタを導入し信号遮断障害発生時にはAIS-Oを発行し光レイヤの中でのセルフヒーリングが可能である。

【0072】

また、実施例ではこの光スイッチを用いたシステムとして光ADMを例に挙げて説明したが、光クロスコネクタ等のシステムにも適用可能である。

【0073】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば低クロストーク、高出力パワー、システムの要求に応じて入出力形態を自由に設計できる光スイッチを実現する。

【0074】

またこの光スイッチを用いてノード内で任意波長の信号光を分岐挿入と各波長毎の光レベル等価と光増幅を可能とする波長光ADMを実現できることである。

【図面の簡単な説明】

【図1】

EDFAゲートの動作原理について説明した図である。

【図 2】

EDFAゲートの動作原理について説明した図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施形態の実験結果を示す図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態にかかる光スイッチの状態を示す図である。

【図 6】

本発明の第 2 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 7】

本発明の第 3 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 8】

本発明の第 4 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 9】

本発明の第 5 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 10】

本発明の第 6 の実施形態にかかる光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図 11】

本発明の第 6 の実施形態にかかる光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図 12】

本発明の第 6 の実施形態にかかる光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図 13】

本発明の第 7 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 14】

本発明の第 8 の実施形態にかかる光 ADM 構成を示す図である。

【図 15】

本発明の第 9 の実施形態にかかる光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図 16】

本発明の第 10 の実施形態にかかる光 ADM 構成を示す図である。

【図 17】

本発明の第 11 の実施形態にかかる光スイッチの構成を示す図である。

【図 18】

本発明の第 12 の実施形態にかかる光ネットワークの構成を示す図である。

【符号の説明】

10～14 EDF

20～23 アイソレータ

30～37 励起光源

41～43 光モニタ

50～60 光分岐

61 光フィルタ

100～152 光伝送路

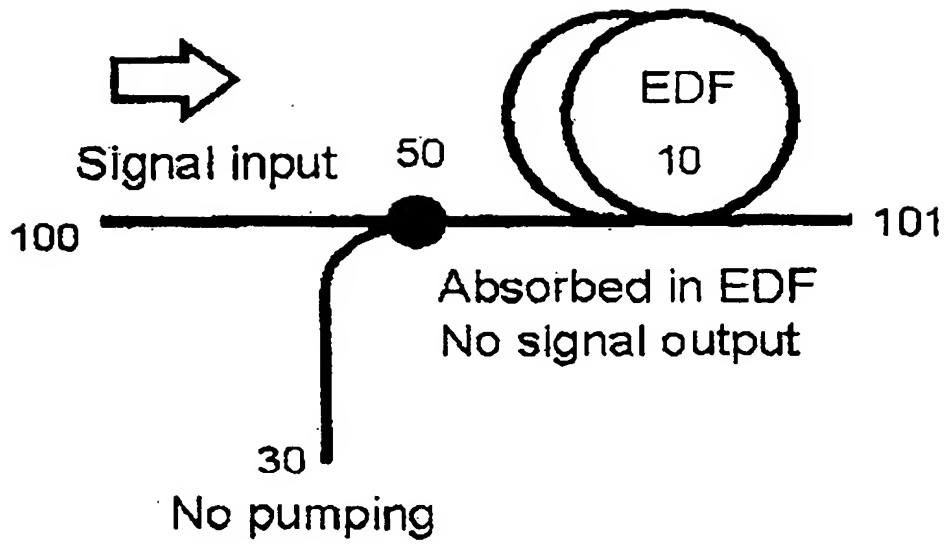
201～208 光スイッチ

301 光分波器

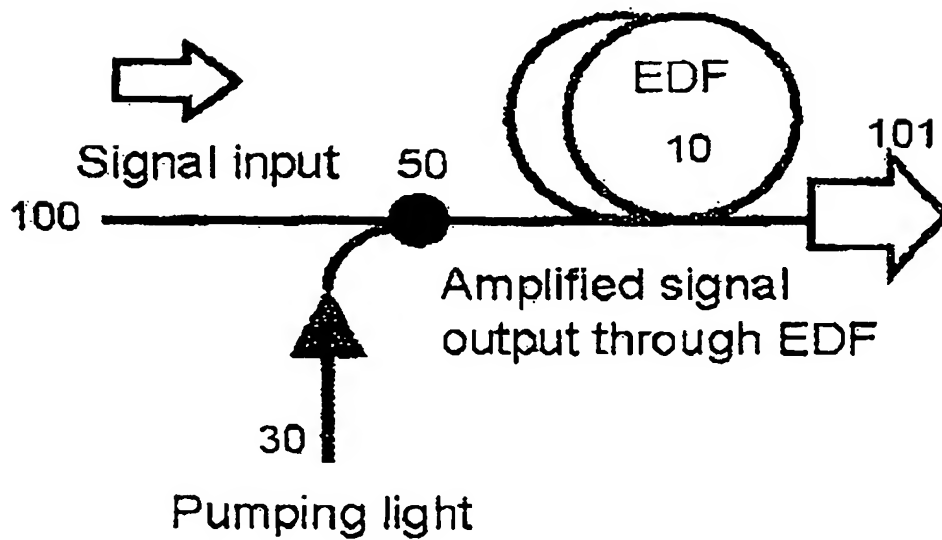
302～305 光合波器

【書類名】 図面

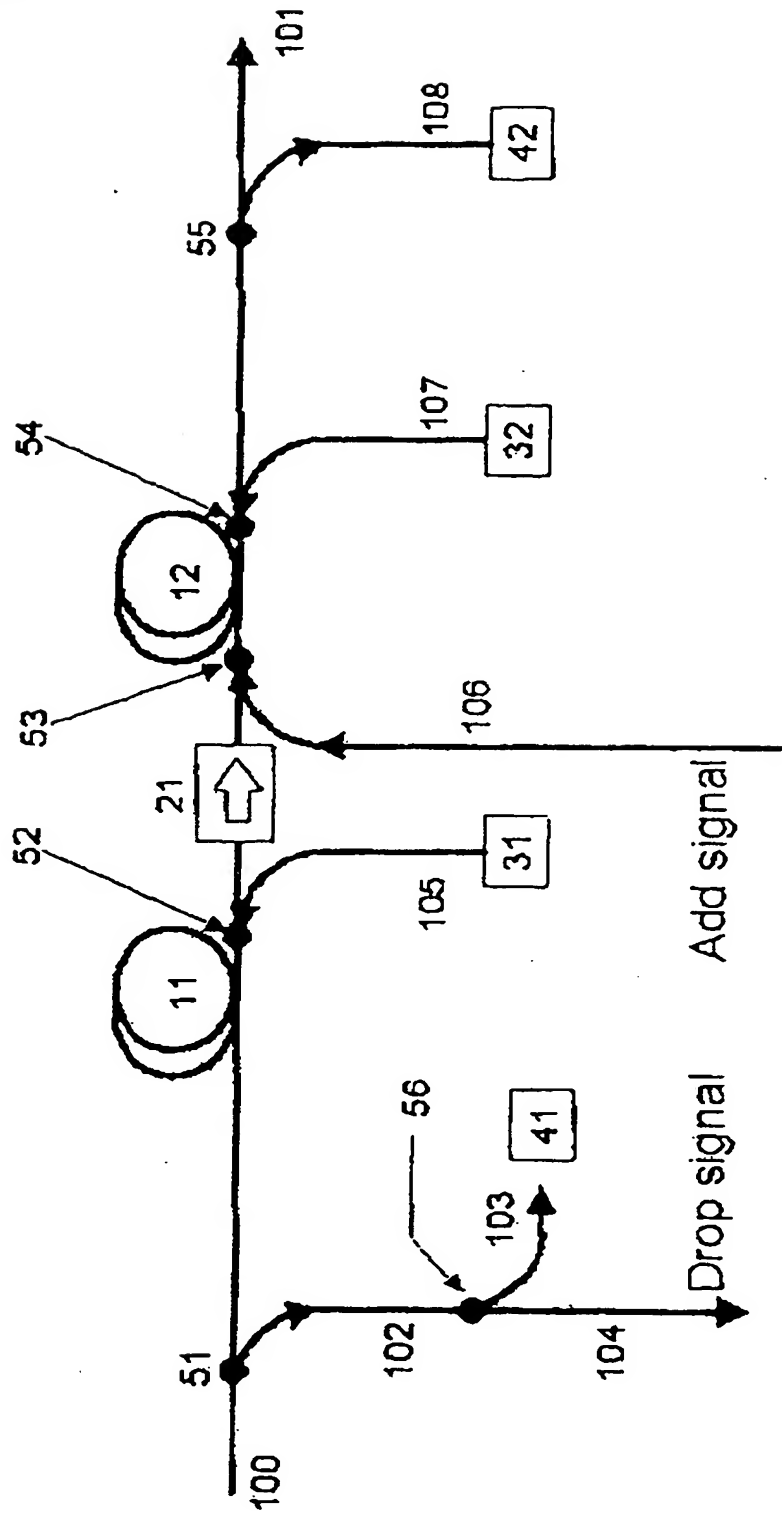
【図1】



【図2】

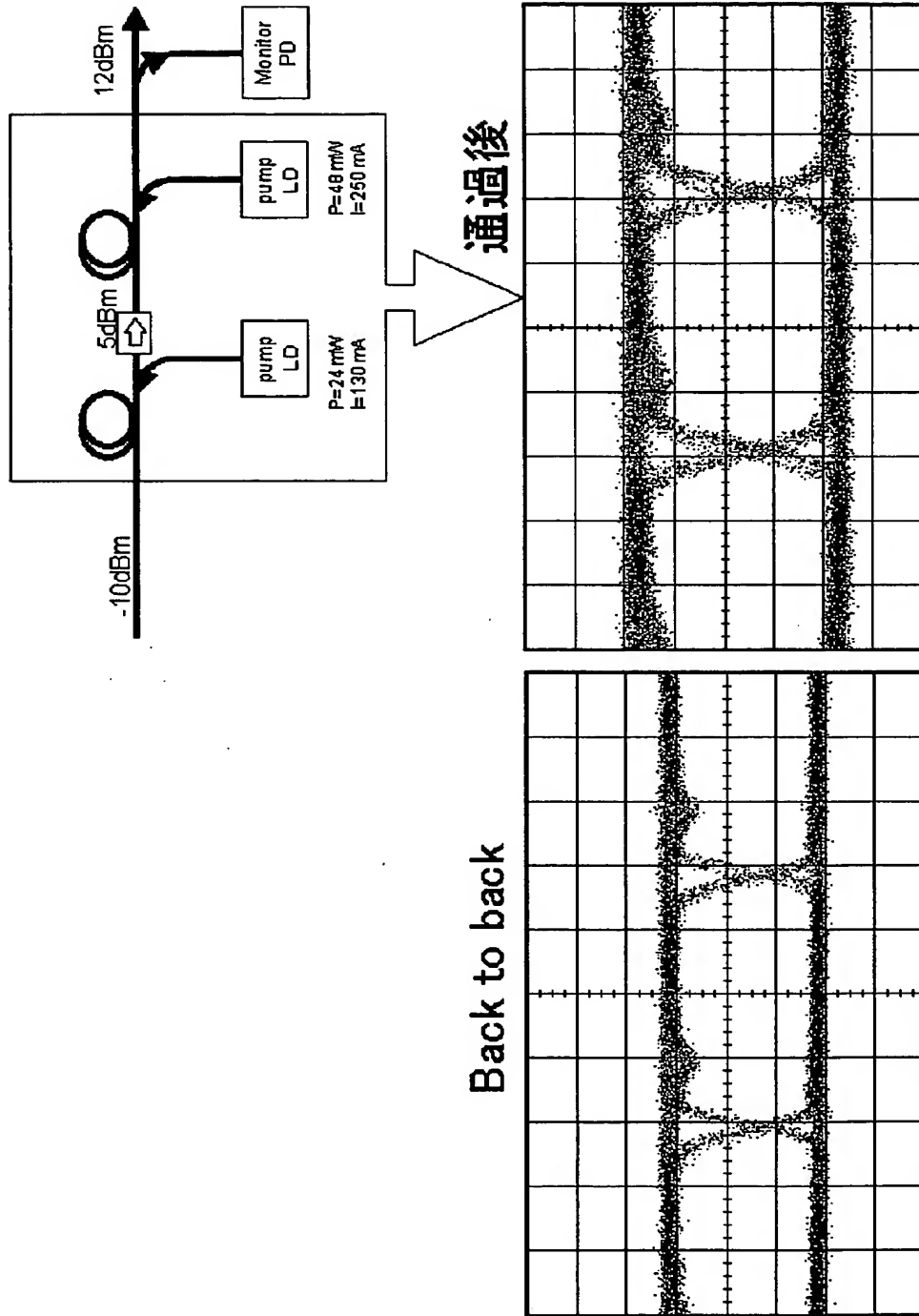


【図 3】

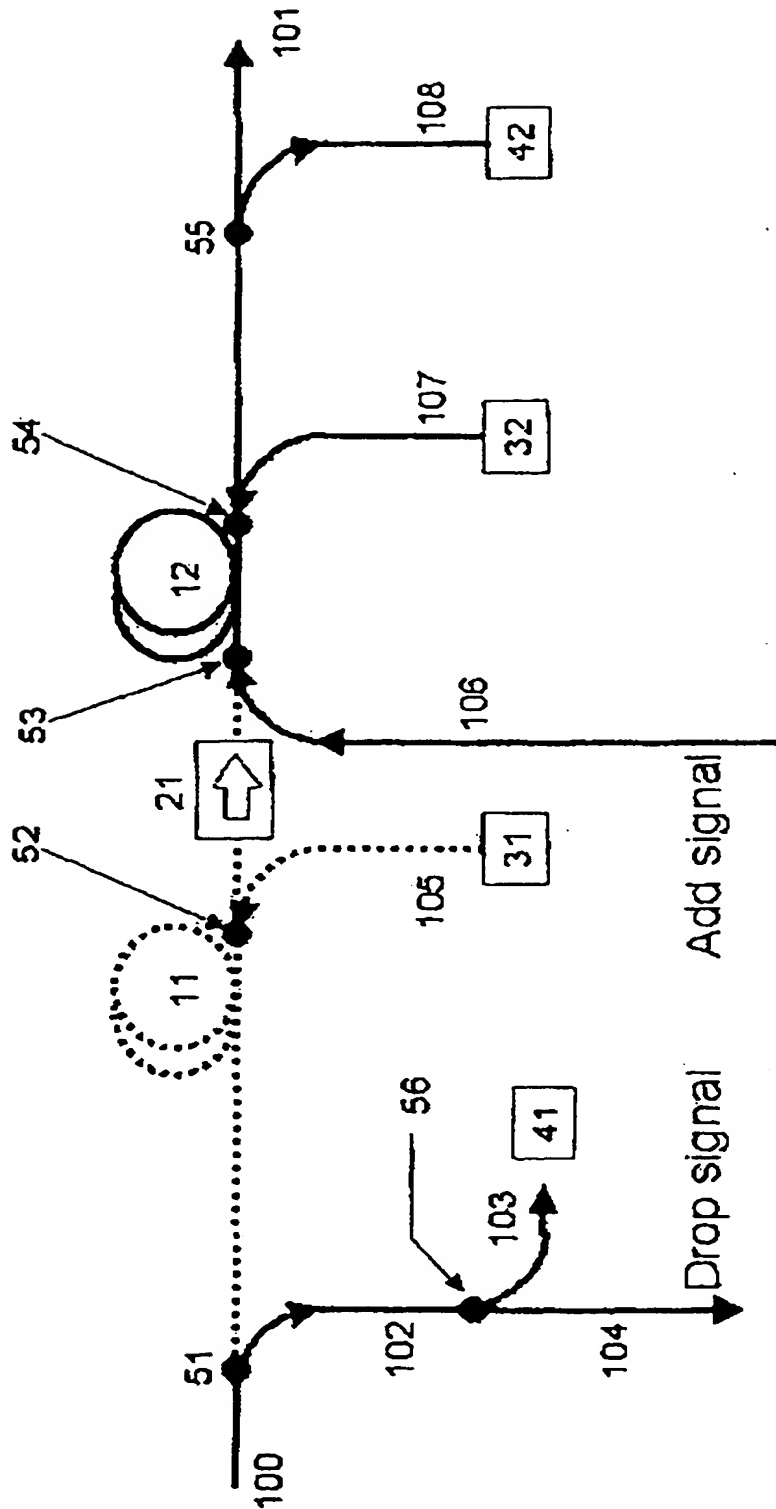


【図 4】

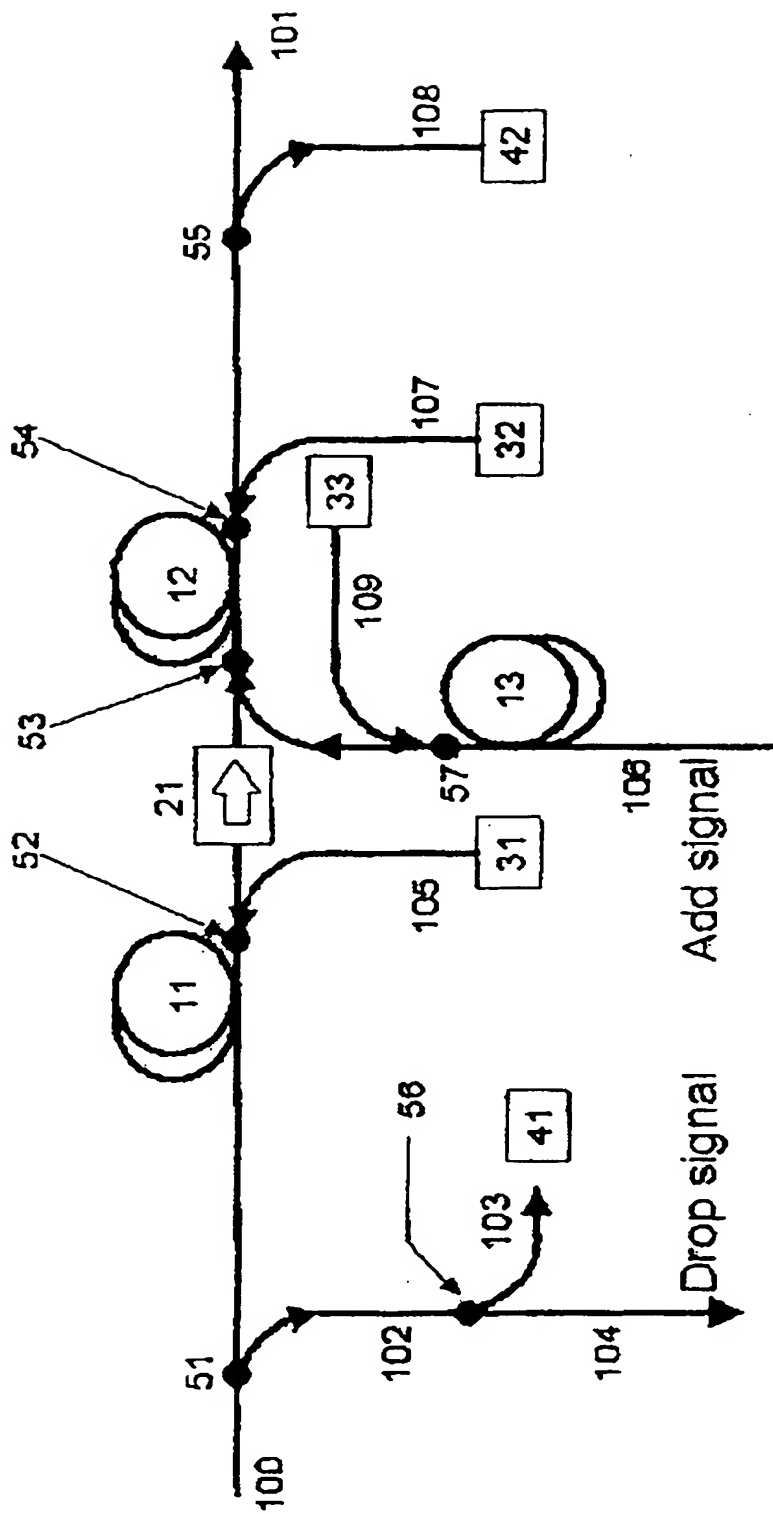
ゲート通過後の波形劣化(2.4Gbps NRZ 2¹⁵-1)



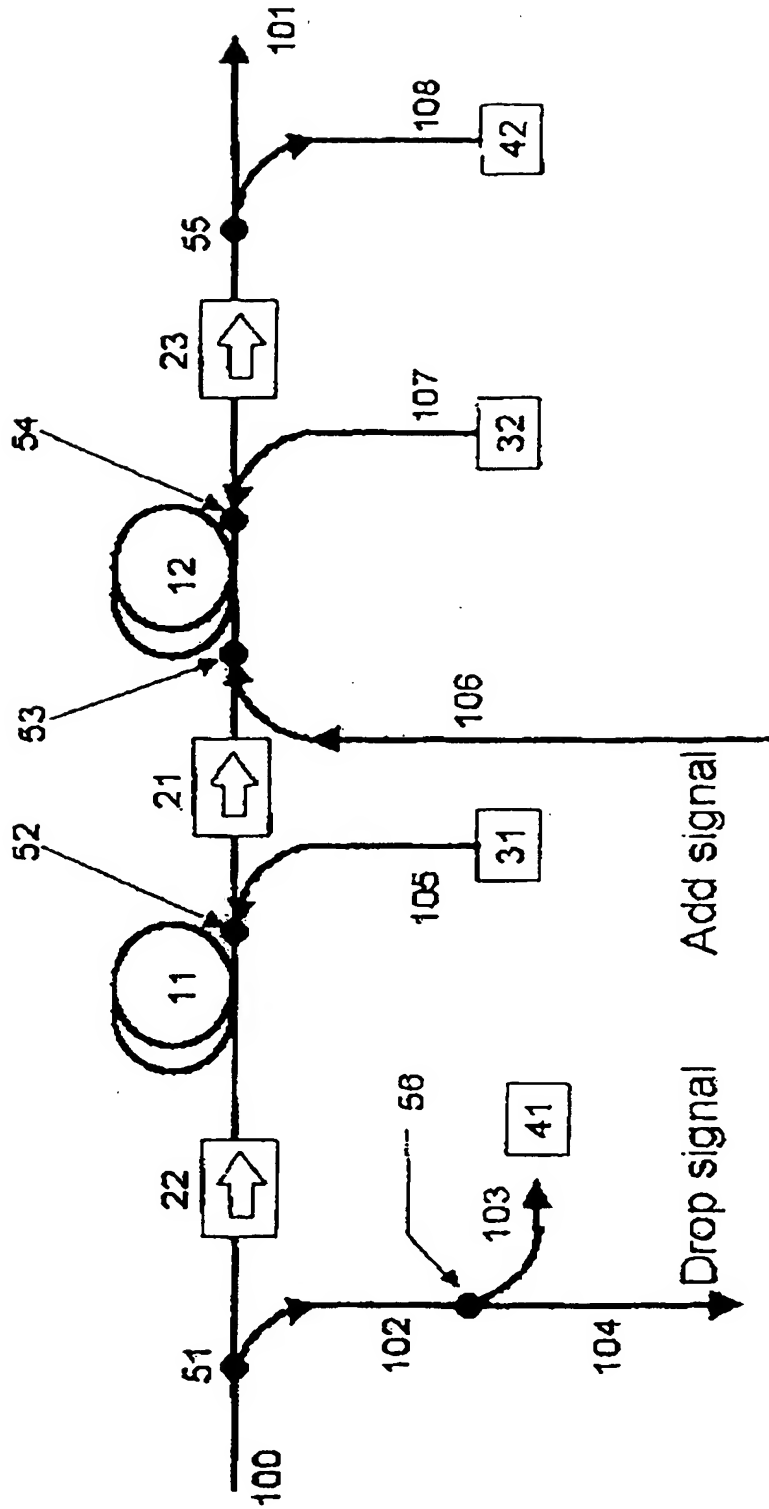
【図 5】



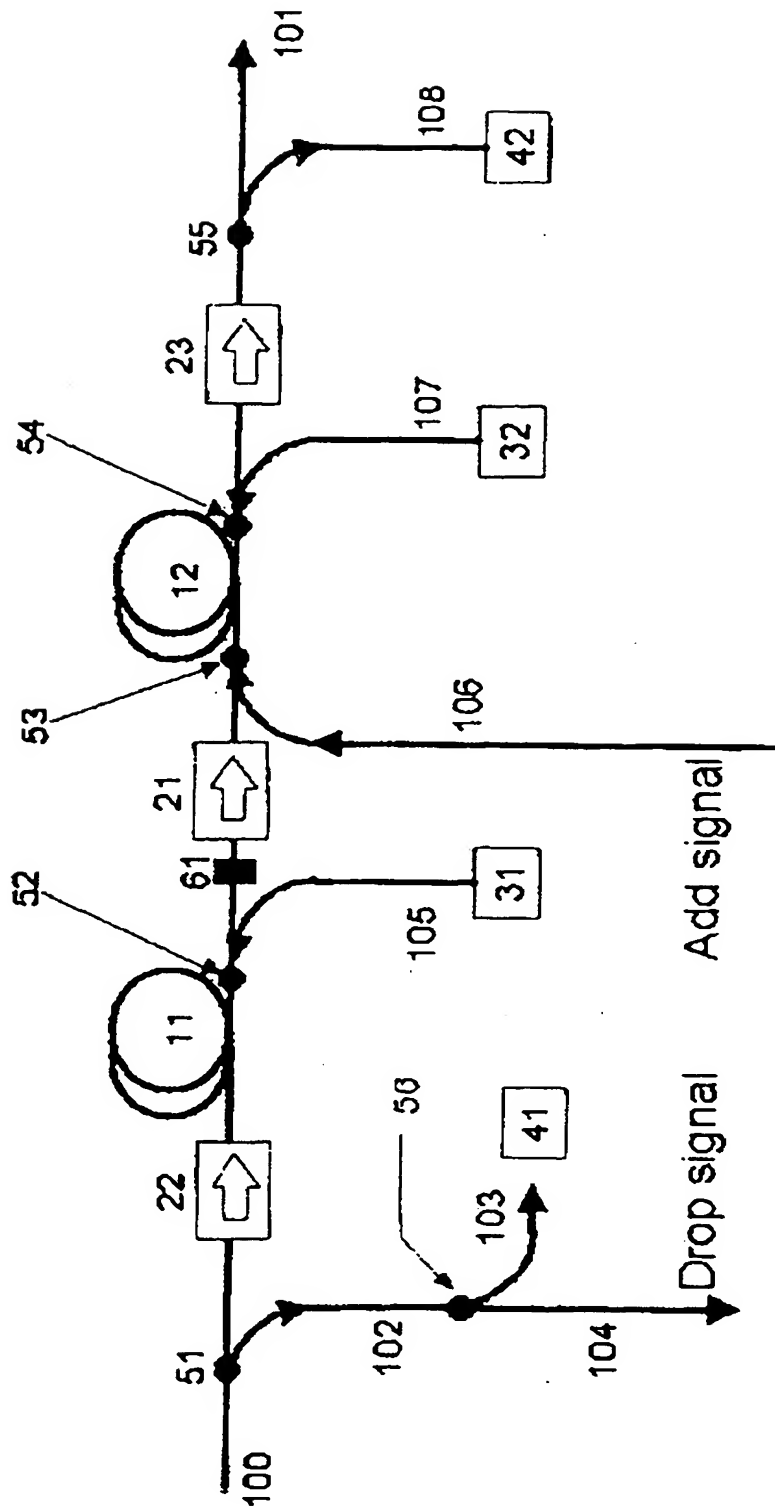
【図 6】



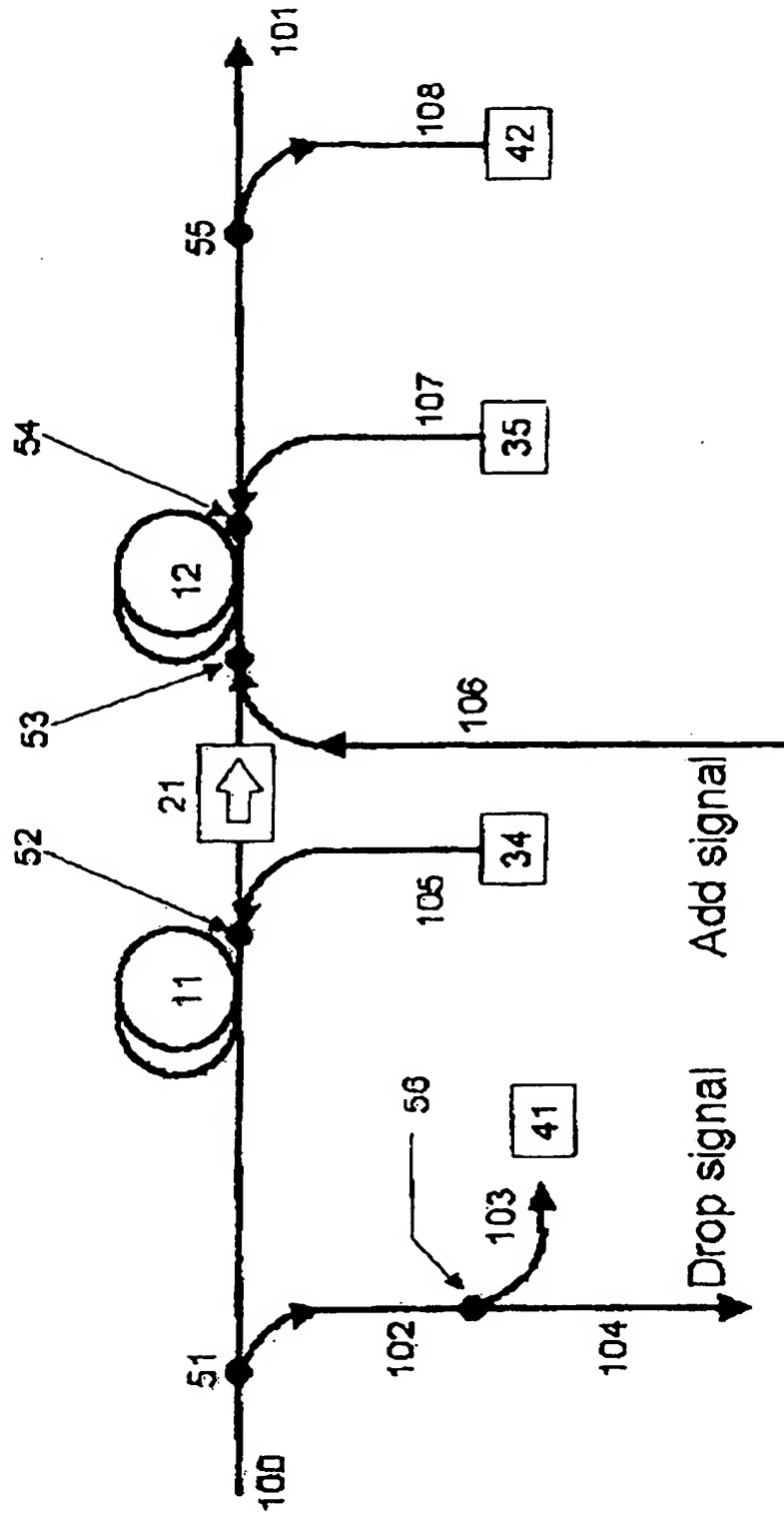
【図 7】



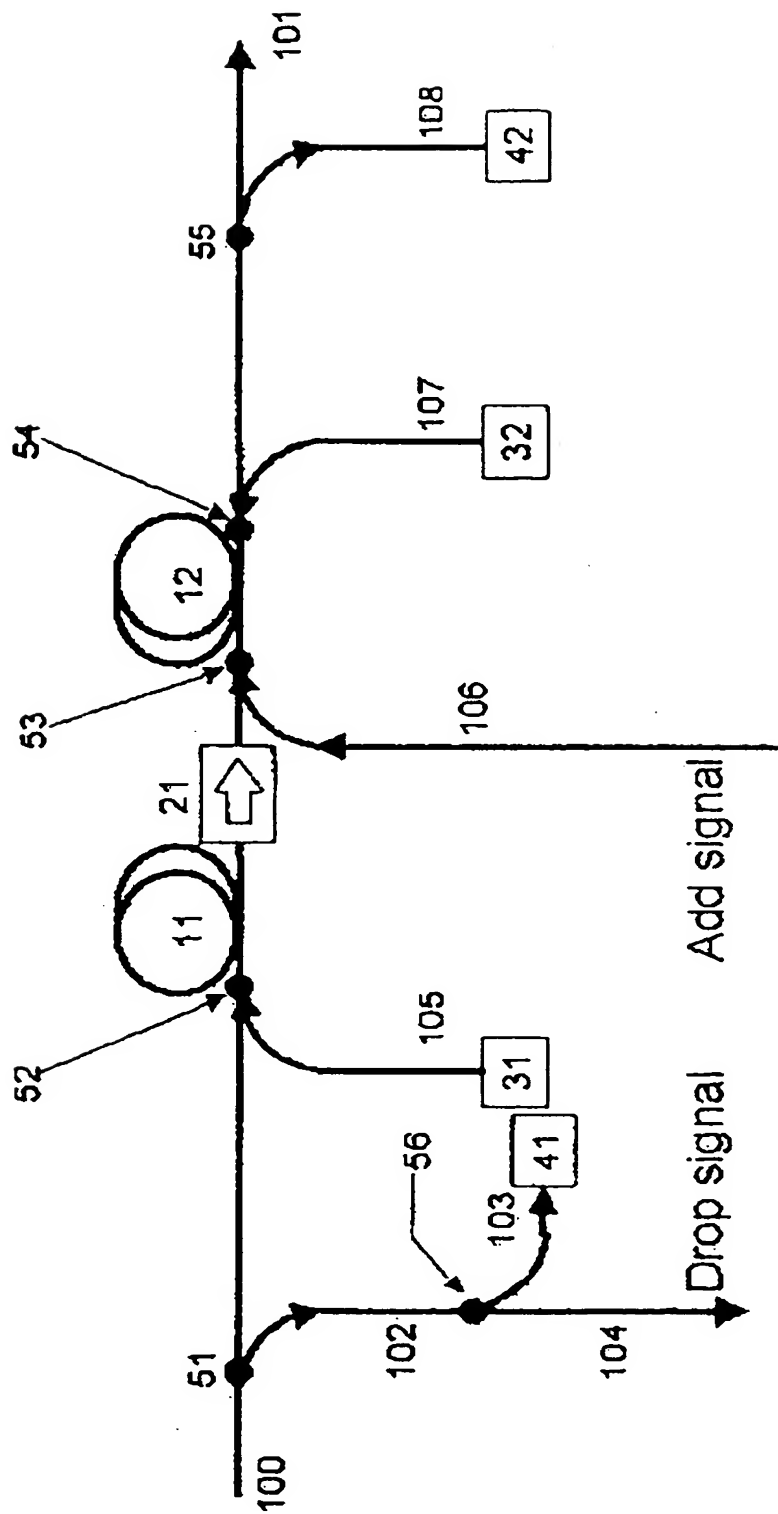
【図 8】



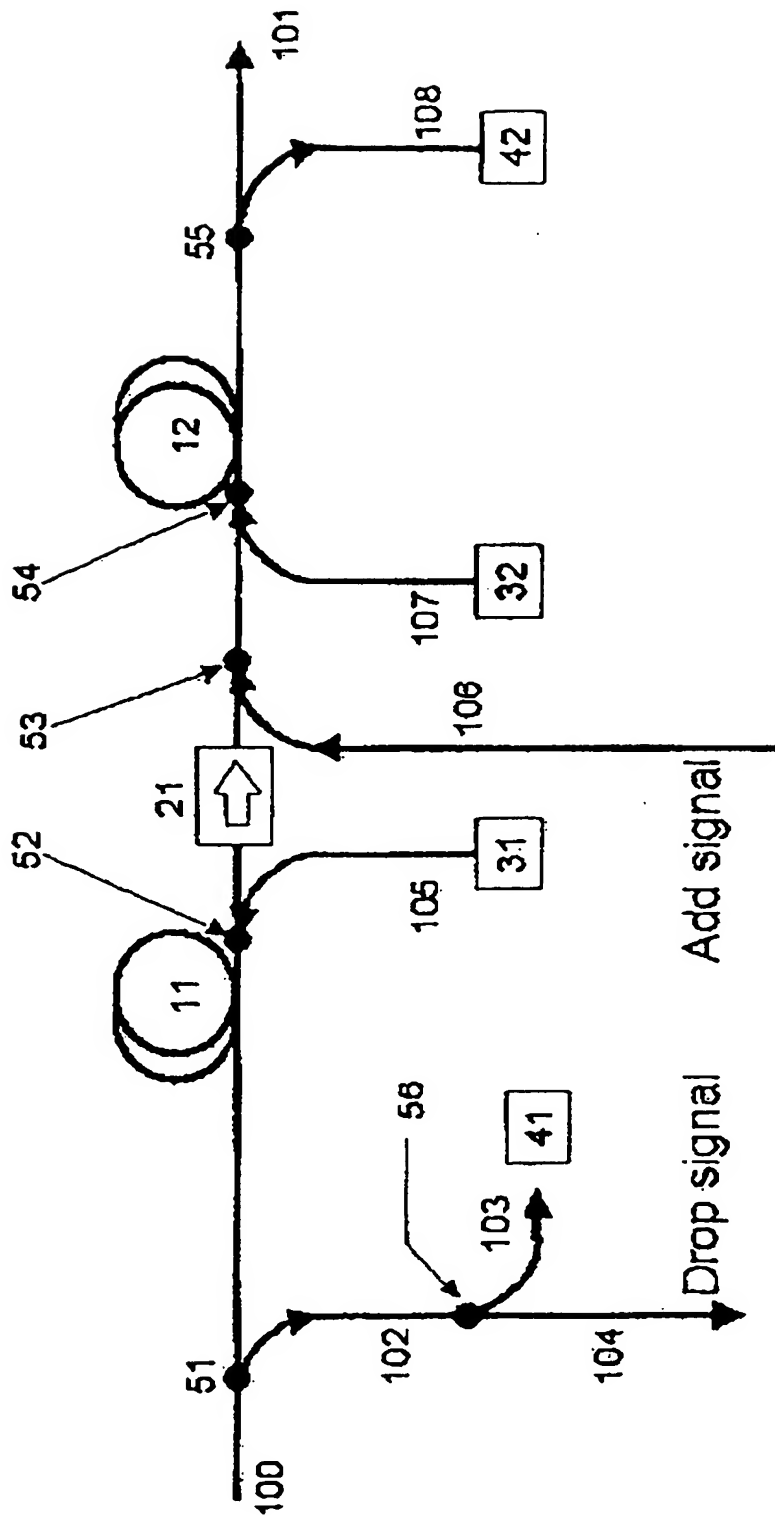
【図 9】



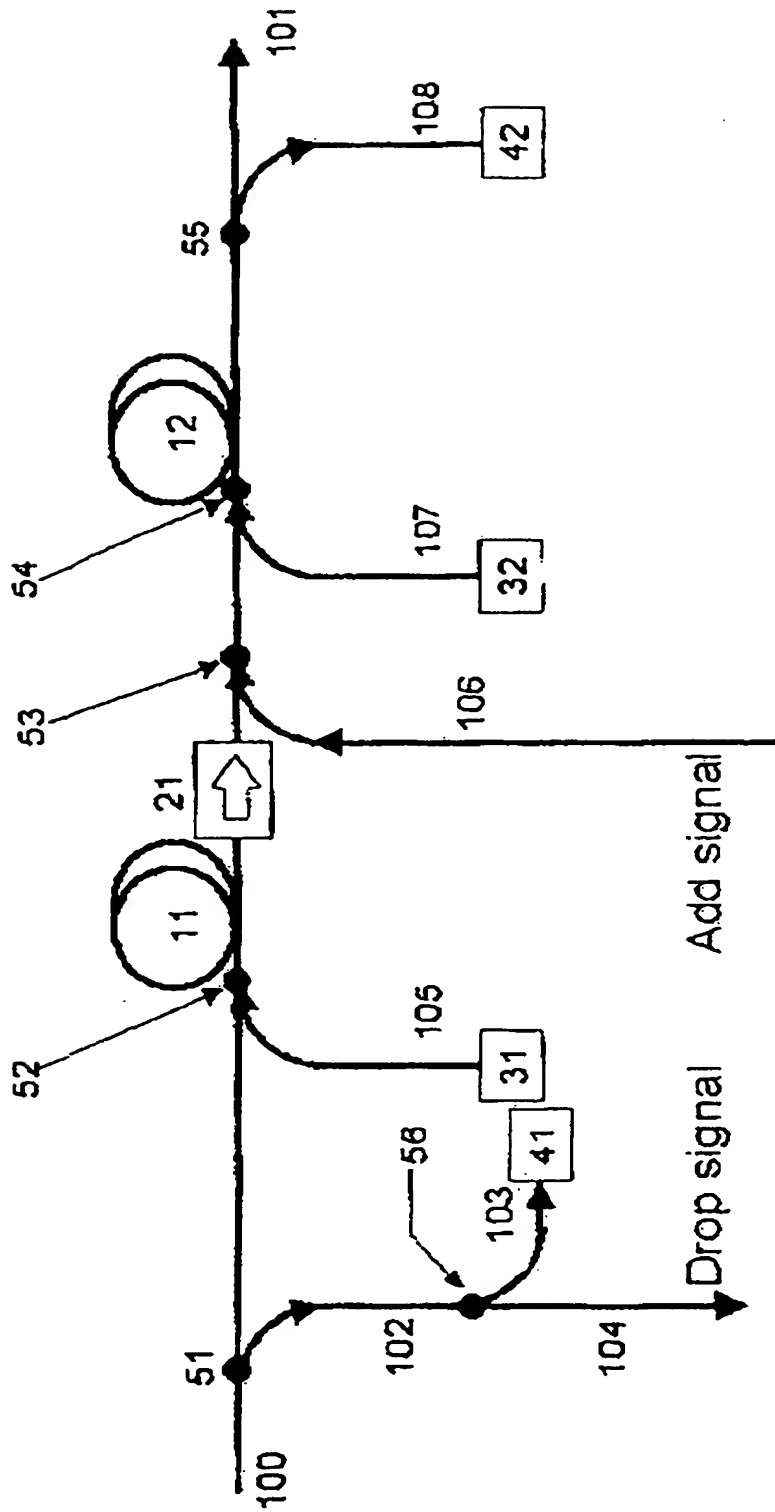
【図 10】



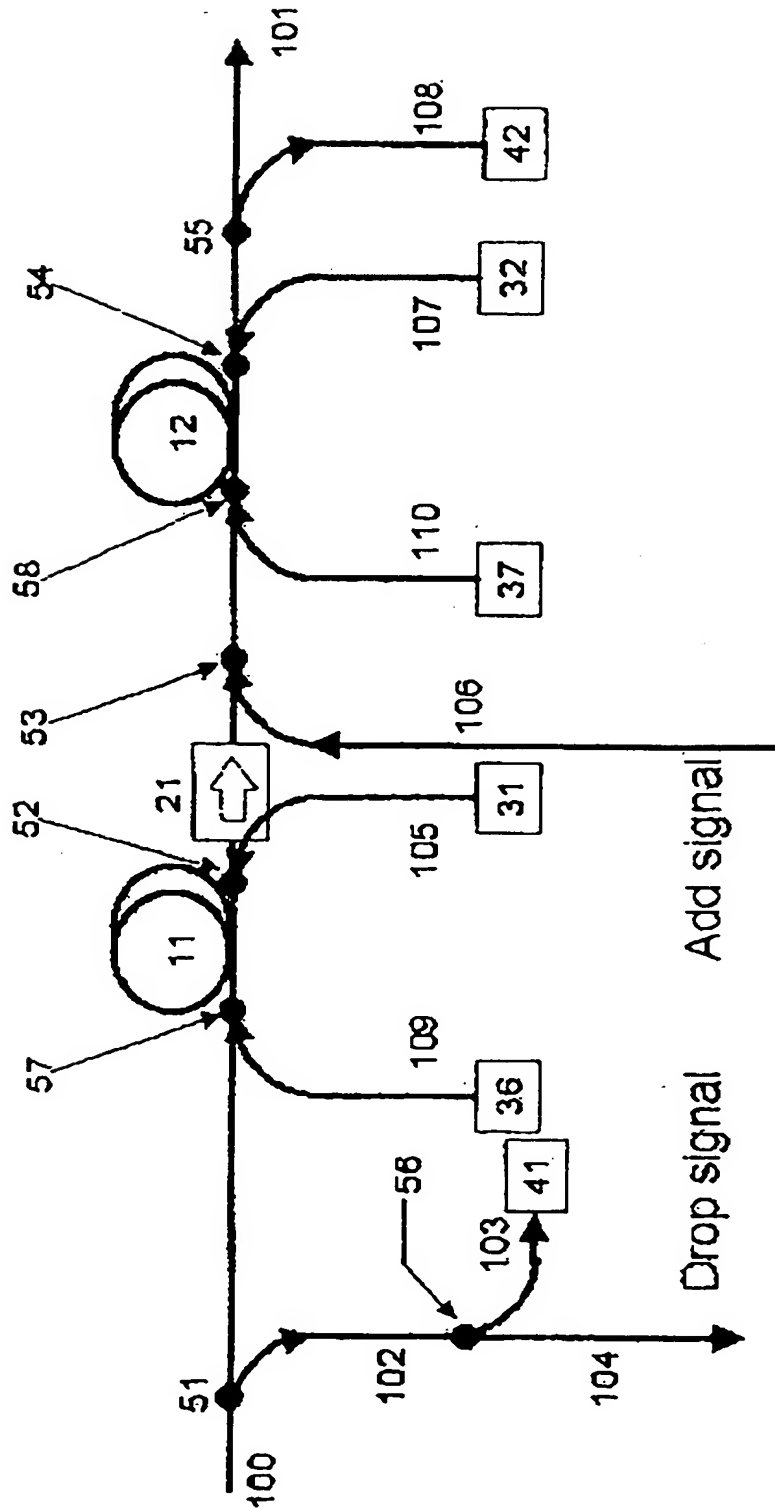
【図 11】



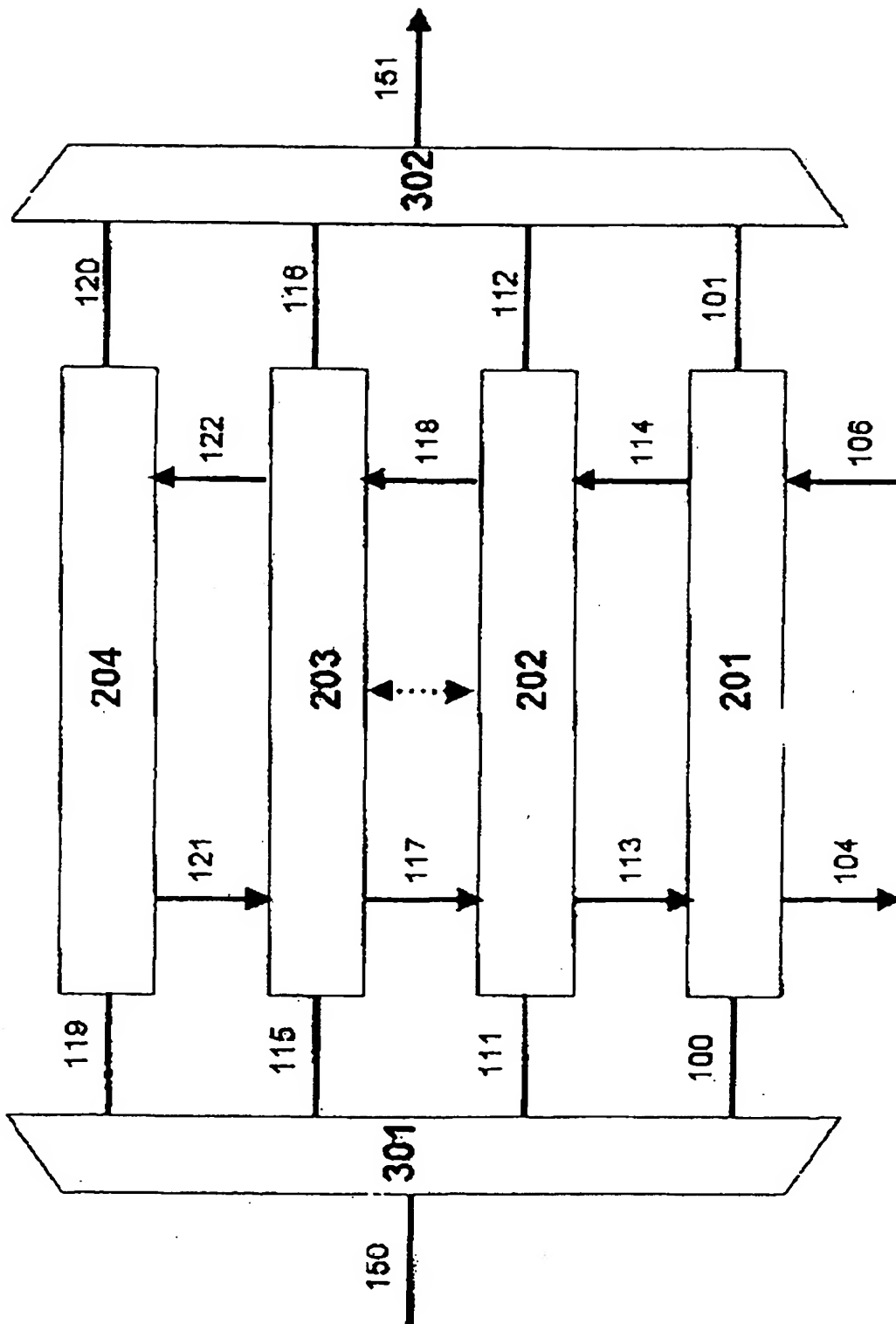
【図 12】



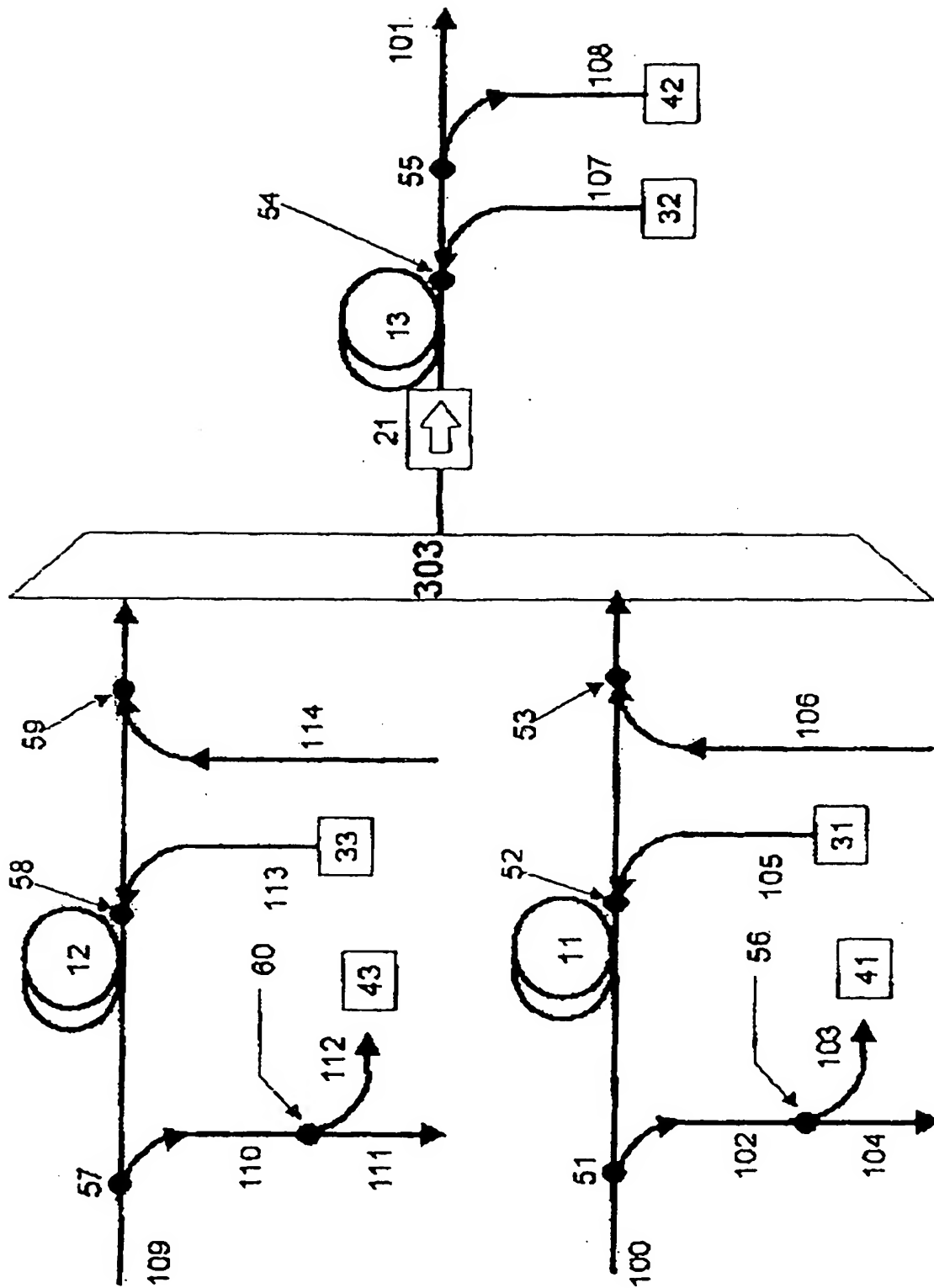
【図 13】



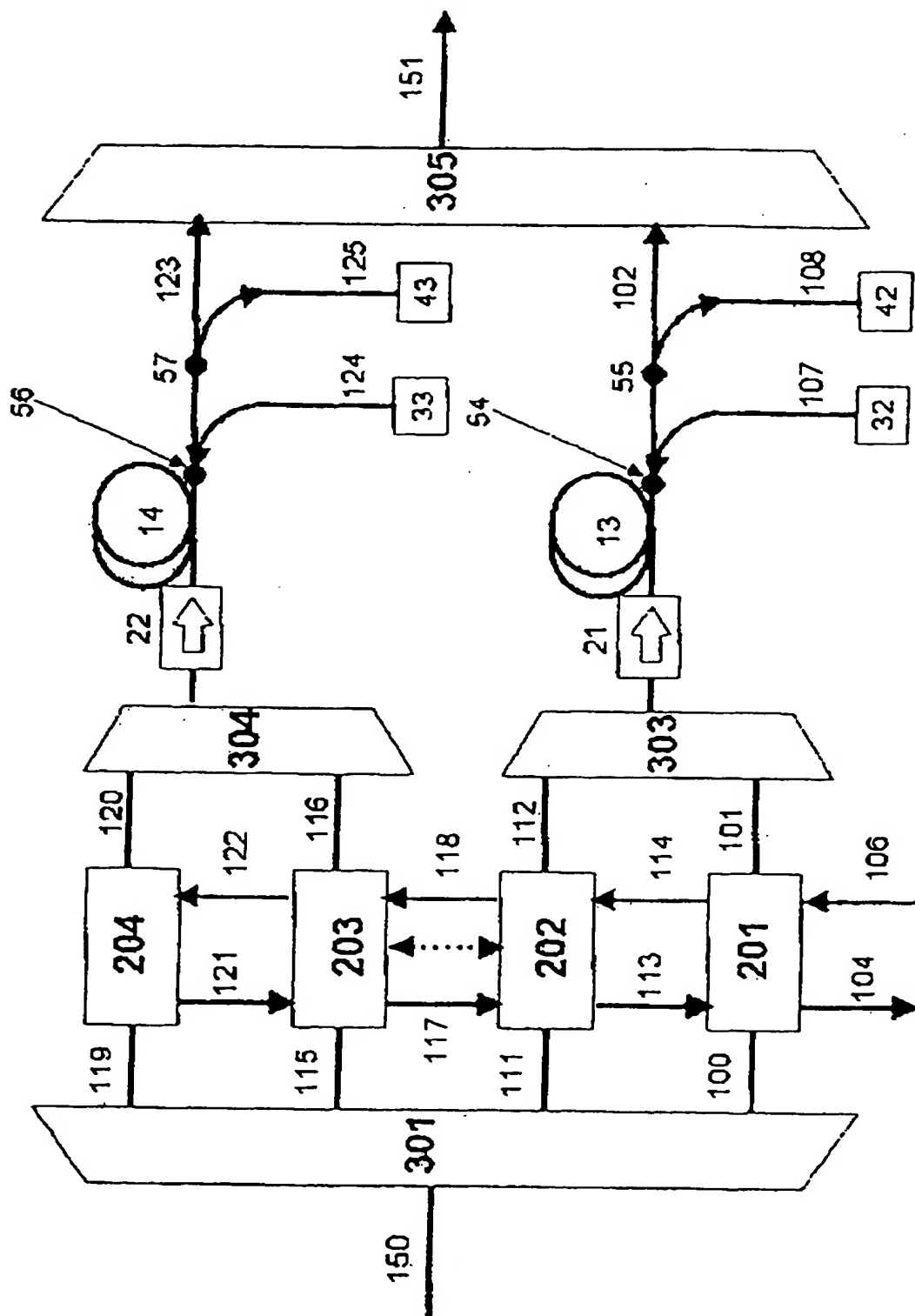
【図 14】



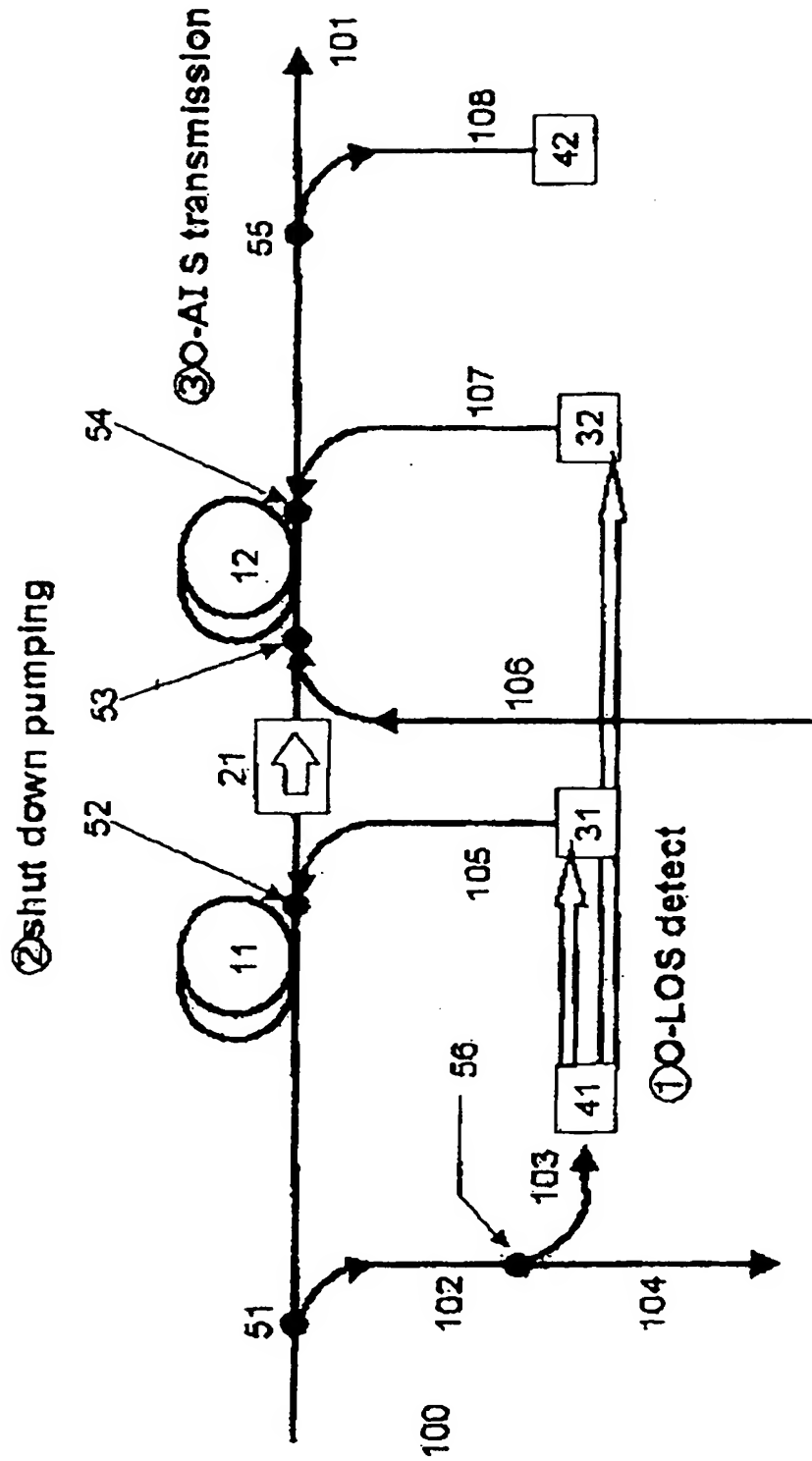
【図 15】



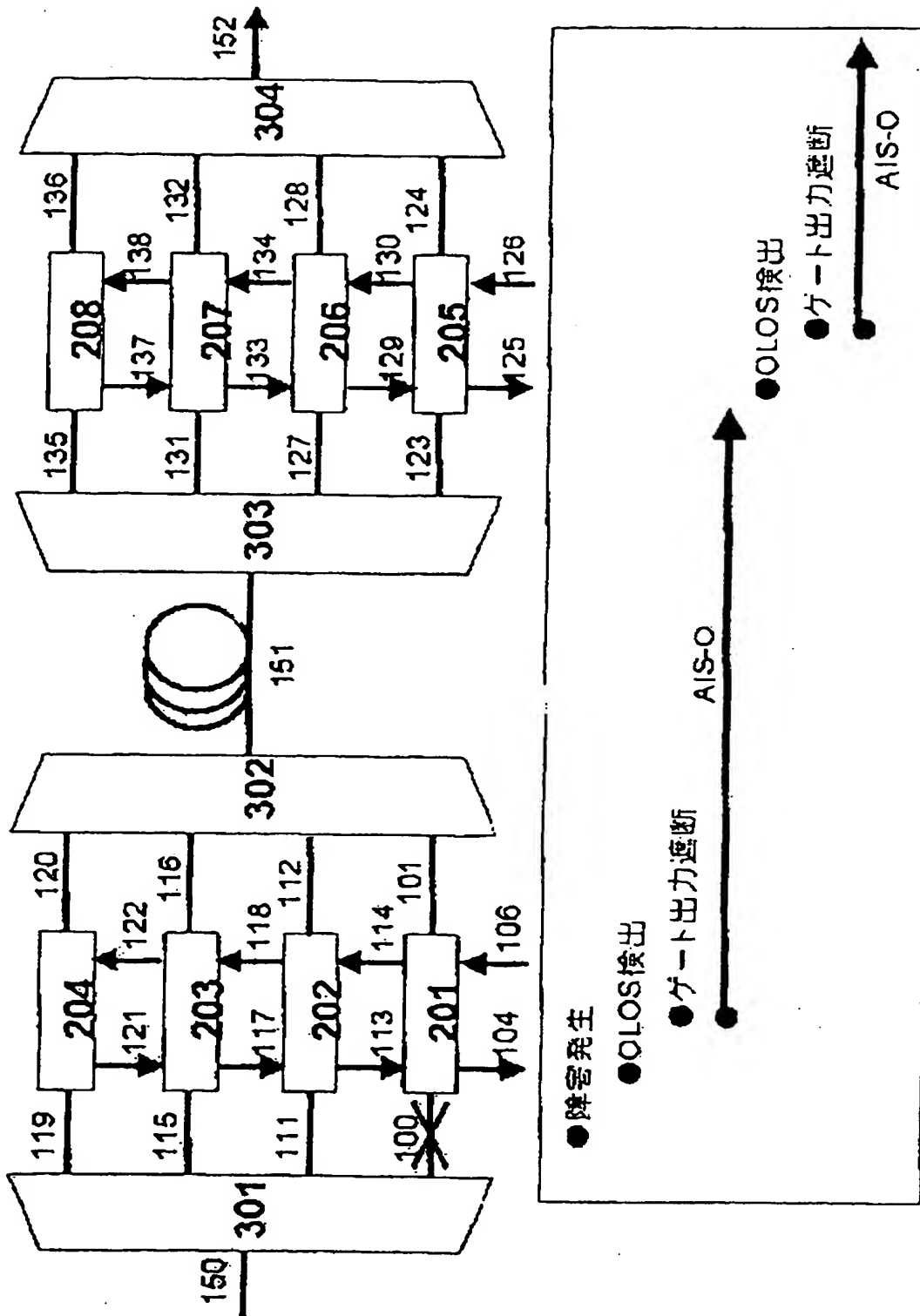
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 一台のゲートスイッチで伝送特性に悪影響を与えずに大きい利得や出力を得る。

【解決手段】 波長 1550 nm の信号光は光伝送路 100 を経て EDF 11 に入力される。その時の光強度は -10 dBm である。一方励起光源 31 から光伝送路 105 に出力された波長 1480 nm の励起光は光分岐 52 を経て EDF 11 に入力される。信号光は EDF 11 によって光増幅されたあと光アイソレータ 21 を経由して EDF 12 に入力される。一方励起光源 32 から光伝送路 107 に出力された波長 1480 nm の励起光は光分岐 54 を経て EDF 12 に入力される。信号光は EDF 12 によって +15 dBm まで光増幅され光伝送路 101 に出力される。また光伝送路 100 に光分岐 51 を設置することにより光伝送路 100 に入力した光は光伝送路 102 を経て光伝送路 104 から出力することができる。光伝送路 100 に入力した光を光伝送路 101 と光伝送路 104 から同時に出力させることができる。

【選択図】 図 3

【書類名】
【訂正書類】

職権訂正データ
特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000004237

【住所又は居所】

東京都港区芝五丁目7番1号

【氏名又は名称】

日本電気株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100082935

【住所又は居所】

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名又は名称】

京本 直樹

【選任した代理人】

【識別番号】

100082924

【住所又は居所】

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名又は名称】

福田 修一

【選任した代理人】

【識別番号】

100085268

【住所又は居所】

東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

【氏名又は名称】

河合 信明

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名 日本電気株式会社